

520.43013X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HAMAGUCHI, et al.
Serial No.: Not yet assigned
Filed: August 5, 2003
Title: MAGNETIC DISK APPARATUS HAVING AN ADJUSTABLE
MECHANISM TO COMPENSATE WRITE OR HEAT ELEMENT
FOR OFF-TRACKING POSITION WITH YAW ANGLE
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

August 5, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)
hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s)
2002-232898, filed August 9, 2002 and 2003-138480, filed May 16, 2003.

A certified copy of each said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 9 日
Date of Application:

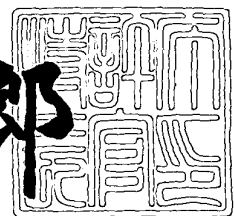
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 3 2 8 9 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 3 2 8 9 8]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 5 0 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0317

【提出日】 平成14年 8月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 11/105

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 濱口 雄彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 中村 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 西田 靖孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 望月 正文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 澤口 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504
【弁理士】
【氏名又は名称】 小川 勝男
【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656
【弁理士】
【氏名又は名称】 田中 恭助
【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐々木 孝
【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気記録膜の磁気情報によってデータを保持する磁気ディスクと、

前記磁気ディスクを局所的に加熱する加熱素子と該加熱素子が加熱する領域に電気信号によって変調された磁界を印加する記録素子と前記磁気ディスクの磁気情報を電気信号に変換する再生素子とを搭載したスライダを有する磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドを磁気ディスクの半径方向に円弧状に移動させるアクチュエータと、

前記加熱素子が加熱する領域の位置と前記記録素子の位置を前記スライダの幅方向に相対的に移動させるオフセット機構とを備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】

前記オフセット機構は前記加熱素子が加熱する領域をスライダの幅方向に移動させる加熱領域オフセット機構であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 3】

前記オフセット機構は前記記録素子をスライダの幅方向に移動させる記録素子オフセット機構であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 4】

前記加熱素子が加熱する領域と前記記録素子が同一トラックを通過するよう前記オフセット機構を制御するサーボ回路を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 5】

前記サーボ回路は前記磁気ヘッドのヨー角と磁気ディスク内の温度に対応した前記オフセット機構のオフセット量とする電氣的出力を発生することを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 6】

前記オフセット機構は、ピエゾ素子と該ピエゾ素子によって変形される弾性部とで構成されており、前記サーボ回路が前記ピエゾ素子を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 7】

前記オフセット機構は、ボイスコイルモータを有し、前記サーボ回路が前記ボイスコイルモータを駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 8】

前記オフセット機構は、静電容量アクチュエータを有し、前記サーボ回路が前記静電容量アクチュエータを駆動して、前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 9】

前記オフセット機構は、熱変形素子と該熱変形素子によって変形される弾性部とで構成されており、前記サーボ回路が前記熱変形素子を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域もしくは前記記録素子をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 10】

前記オフセット機構によって移動可能な加熱光源と前記オフセット機構によって移動可能なミラーとを有し、前記サーボ回路が加熱光源とミラー位置をおおむね平行の位置関係を保ちながら移動させて、前記磁気ディスク上の前記加熱素子が加熱する領域の位置をスライド幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 11】

前記オフセット機構によって移動可能な加熱光源とオフセット機構によって移動可能なミラーと前記オフセット機構によって移動可能な対物レンズを有し、前

記のサーボ回路が加熱光源とミラー位置と対物レンズとをおおむね平行の位置関係を保ちながら移動させて、前記磁気ディスク上の前記加熱素子が加熱する領域の位置をスライダ幅方向に移動させることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 12】

前記サーボ回路から前記オフセット機構との間が、少なくとも 2 本の駆動線で配線されていることを特徴とする請求項 4 記載の磁気ディスク装置。

【請求項 13】

前記オフセット機構への出力値と前記加熱素子が加熱する領域又は前記記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記サーボ回路は前記変換テーブルを参照して前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置に応じて出力値を決定することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 14】

前記変換テーブルは前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置を変化させながら、各半径位置において前記オフセット機構の出力値を変化させながら書き込みと読み出し処理を行うことによって、変換データを学習して作成されたものであることを特徴とする請求項 13 記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は情報を記録するディスク装置に関わり、特に高密度で情報を記録するために加熱素子によって磁気ディスクの保持力を局所的に低下させて、この場所へ記録素子を用いて磁気記録を行い、後に再生素子を用いて磁気ディスクの情報を読み出す熱アシスト型磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置のエンクロージャ内部を上面からみた平面図を図 3 に、磁気ディスク装置の断面図を図 4 に示す。磁気ディスク装置を構成する主要部品は、図 3 及び図 4 に示すように、ヘッド 30、ディスク 31、ロータリ型アクチュエ

ータ13、ヘッドアンプ27、パッケージボード28等から構成されている。ディスク31はひとつの回転軸に固定され、スピンドルモータによって点Aを中心に毎分3000から15000回転の速度で回転駆動される。ヘッド30はアームに固定されており、ロータリ型アクチュエータ13により点Bを中心に回転駆動されてディスク31の半径方向に自由に移動することができる。ロータリ型アクチュエータは機構を小型化するのに適しているため、近年発売されている磁気ディスク装置のすべてがこの形式のアクチュエータを採用している。またヘッド30は、回転するディスク31の空気の流れを利用してディスク31と一定の間隔を保ちながら浮上する構造を有している。パッケージボード28には信号処理回路であるデータ復号化器とデータ符号化器の他に、サーボ回路、インターフェース回路、制御用のハードディスクコントローラ（HDC）などが実装されている。

【0003】

ヘッド30の構成を、図5を用いて説明する。図5（a）はヘッド30の断面図、図5（b）はヘッド30の底面を示す図である。ヘッド30はスライダ32に設置され、ディスクに磁化パターンを形成する記録素子53と、ディスクの磁化パターンから漏洩する磁化情報を電気信号に変換する再生素子54と、これらの素子を空気膜でディスク30上に支えるスライダ32から構成されている。記録素子53はコイルと磁極からなり、コイルに記録電流信号を流すことでディスク12への書き込み磁界を発生する。また再生素子54は磁気抵抗効果を応用した磁気抵抗センサからなり、このセンサの抵抗変化を電流や電圧の変化として読み出し動作を行う。なお、ここでの記録素子、再生素子は従来例として挙げたもので本発明がこれらに限定されることはない。

【0004】

磁気ディスク装置の各部品の動作と機能を図6のブロック図を用いて説明する。データの書き込みの際には、インターフェース回路19が外部からデジタルデータを受け取り、信号処理回路であるデータ符号化器62と記録アンプ15を経由して記録電流信号に増幅され、記録電流はヘッド30の記録素子53に入力されて記録磁界に変換される。

【0005】

データの読み出しの際には、ディスク 31 が発生する漏洩磁界をヘッド 30 の再生素子 54 が電気信号に変換する。この電気信号は再生アンプ 14 により増幅されて信号処理回路であるデータ複合化器 20 に入力されて元のデジタルデータへと復調する。デジタルデータはインターフェース回路 19 により外部のホストマシンへと送られる。ヘッド 30 はロータリ型アクチュエータ 13 によってディスクの半径方向に自由に移動することができるが、特定のデータトラックの書き込みおよび読み出しを行うためには、目的の半径位置に正確に追従動作（フォロイング）を行わなければならない。この動作を制御するのがサーボ回路 16 であり、あらかじめディスク 31 に書き込まれたサーボ情報から、ヘッド 30 とディスク 31 の正確な相対位置を測定して、駆動アンプ 17 を経由してロータリ型アクチュエータ 13 の動作を制御する。ハードディスクコントローラ（HDC）65 はこれらの処理を統括して制御する働きを行う。

【0006】

磁気ディスク装置の記憶容量を増大するためには、小さな磁化パターンを磁気ディスクに書き込むことが要求される。小さな磁化パターンが安定して存在するためには、ディスクの保磁力を高くすることが必要であり、保磁力の高いディスクの磁化方向を反転させるためには、ヘッドの記録素子が強い磁界を発生しなければならない。しかしながら、小さな磁化パターンを書き込む目的のためにトラック幅の狭い記録素子を作製すると、発生磁界が弱くなる問題が発生するため、記憶容量の限界が問題視されている。

【0007】

この問題を解決するために、熱記録型の磁気記録方式が提案されている。これは現在一般的に普及している光磁気ディスクの原理を応用したものであり、比較的広い領域に磁界を印加するとともに狭い領域のディスクを加熱して、加熱領域に磁化マークを形成する技術である。例えばレーザー光を用いてディスクを昇温してレーザー光の照射範囲にマークを形成する技術と、形成された円弧状のマークを高効率で再生するために円弧状の再生素子をスライダに作製する技術が、特開平 4-47512 号公報に開示されている。また、抵抗体を用いた加熱素子を

用いて抵抗体の加熱範囲にマークを形成する技術と、抵抗体を搭載したスライダを作製するための技術が、特開平11-096608号公報に開示されている。さらに、レーザー光を用いてディスクを昇温して円弧状のマークを形成し、この円弧状のマークを高効率で再生するためにスライダのヨー（Yaw）角の変化に応じてトラック位置をオフセットさせてフォロイングさせる技術が、PCT/W001/65547号公報に開示されている。

【0008】

しかしながらこれらの技術では、記録マークが加熱領域の大きさで決定されるために、比較的大きなレーザー光のスポット径や加熱素子の大きさが記録密度の上限となる問題があった。また比較的大きな記録素子を用いるために、コイルのスイッチング時間が記録速度の上限となる問題もあった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

これらの問題を解決するために、熱アシスト型の磁気記録方式が提案されている。この記録方式では加熱素子を用いてディスクの一部の領域を昇温し、この領域の保磁力を下げ、この保磁力の下がった領域に記録素子を用いて磁化パターンを形成する一連の動作によって、記録素子の必要発生磁界を軽減するものである。さらに、記録動作の後にはディスクは室温に戻るため、小さな磁化パターンでも熱擾乱の影響を受けにくく、長時間に渡って記録パターンが安定して存在する効果を狙ったものである。この熱アシスト型では記録素子の発生する磁界の領域で磁化パターンが形成される点が、従来の技術で説明した熱記録型では加熱手段の加熱する領域で磁化パターンが形成される点と大きく異なる。熱アシスト型では、高い保磁力のディスクと小さな形状の記録素子を組み合わせることが可能であり、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

【0010】

しかし上記の熱アシスト型における課題として、ロータリ型アクチュエータを用いてヘッドをディスクの半径方向に弧を描いて移動させる動作に伴う、ヘッドのヨー角の変化があげられる。図7にヘッド71にヨー角が生じた際に、加熱素子72と記録素子74の走行中心線がずれてしまった例を図示している。加熱素

子72でディスクの一部の領域を加熱してから、10マイクロ秒程度以内に記録素子で書き込みを行わなければ、加熱領域が広がり温度も低下してしまう。この時間はできるだけ短い方が好ましく、ディスクが1回転する4ミリから20ミリ秒もの長時間を待つ事はできない。このため、加熱素子72と記録素子74は書き込みを行う目的のトラックの一直線上に配置されなければならない。ここに説明した例では、ヨー角が存在するために、加熱素子72が記録素子74とは異なるトラックを加熱しているため、正しくディスク上に磁化パターンを形成することはできない。なお、読み出し動作は書き込み動作とは別に行われるために、読み出し動作にかかわる再生素子73は加熱素子72や記録素子74との相対位置の制限は生じない。また従来の技術で説明を行った熱記録型では、比較的広い範囲に書き込み磁場を印加するために、加熱素子72と記録素子74との厳密な相対位置が問題にされることはなかった。

【0011】

この課題を解決するためには、リニア型アクチュエータを用いてヨー角一定の装置構造を採用するか、加熱素子の過熱する領域と記録素子の発生磁界の領域を一致させるしかない。しかしリニア型アクチュエータは、剛性が低いためにヘッドの位置決め精度が低下し、さらに高価かつ大型であるなどの欠点がある。一方、加熱領域と発生磁界の領域を近づける技術には、いくつかの技術が開示されている。例えば、加熱手段としてレーザー光を用いてレーザー光を記録素子に側に斜めに照射することにより記録素子の直下を加熱する技術が、特開2001-319387号公報に開示されている。この技術ではヨー角の課題を軽減することができるものの、より小さな磁化パターンを磁気ディスク上に書き込むためにヘッドとディスクの間隔を狭めた際には、レーザー光を斜めに照射する効果が低減して、記録素子の直下を加熱することができないという問題が生じてしまう。さらに、記録素子のごく近傍に導波路を埋め込み、この導波路にレーザー光を通して記録素子の近傍を加熱する技術が特開2002-50012号公報に開示されている。この技術でもヨー角の課題を軽減することができるものの、より小さな磁化パターンを磁気ディスク上に書き込むために記録素子の形状を小さくした際には、導波路の形成が著しく困難になるという問題が生じてしまう。

【0012】

これらの課題を解決し、熱アシスト型の磁気記録方式による大きな記憶容量と、ロータリ型アクチュエータによる小型で軽量な特長をあわせ持った磁気ディスク装置のための、新しい技術の開発が望まれていた。

【0013】

【課題を解決するための手段】

ディスク上を円弧を描いて移動する磁気ヘッドにおいて、記録素子と加熱素子による加熱領域を相対的に磁気ヘッドのスライダの幅方向に移動させるオフセット機構を設ける。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の形態に関わるヘッドの構成例を示すものである。図1(a)にヘッド1の断面を横から観察した図を示す。ヘッド1はサスペンション6によって支えられ、回転するディスク12の上を一定の間隔を保ちながら浮上している。ディスク12は図の右から左の方向へと走行する。ディスクに記録された磁化情報を検出するための再生素子2とディスクに磁化情報を記録するための磁界を発生する記録素子3、ディスクに磁化情報を記録しやすくするためにディスクを局所的に加熱する加熱素子4、さらに加熱素子4をスライダの幅方向（記録素子3によって記録される磁区の幅方向をトラックの幅方向と呼ばばトラック幅方向）にオフセットさせるオフセット機構5を備える。なお、スライダの幅方向といっても厳密にスライダの幅方向に一致する必要はなく、加熱領域の大きさによって多少のずれがあっても良い。加熱素子4には、半導体レーザーや発熱抵抗体などを用いることができるが、本発明はここにあげた加熱手段に限定されるものではない。再生素子2と記録素子3には、従来磁気ディスク装置と同じ構成の素子を用いることができる。ただし従来の磁気ディスク装置では、ディスクの走行方向に対して再生素子2の方が記録素子3よりも前に位置する例が多い。ここでは加熱素子4と記録素子3との距離をできるだけ近づける目的から、記録素子3の方が先の配列となっているが、本発明はこの順番に限定されるものではない。

【0015】

図1(b)にヘッド1をディスク12側から観察した図を示す。ここではヘッド1をロータリ型アクチュエータでディスク12の半径方向に移動させた際に、ヘッド1が円弧を描いて移動するためディスク12の走行方向に対してヘッド1が傾いた例を示している。従来の技術では、加熱素子4と記録素子3の走行中心線がずれてしまう課題が発生した。本発明の加熱素子オフセット機構5は、加熱素子4を図に矢印で示したスライダ幅方向にオフセットさせることができるため、非常に狭い領域だけを加熱する加熱素子を用いたとしても、その走行中心線を記録素子3と正確に一致させることが可能となった。ディスク12を加熱してディスク12の保磁力を一時的に低減することで、容易に短ビット長の磁化パターンを形成することができる。さらに記録素子3とほぼ同じ幅の領域を加熱することで、オフトラック方向への記録領域の広がりを軽減して、容易に狭トラックの磁化パターンを形成することができる。これらの効果によって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

【0016】

ここでは加熱素子の位置をオフトラック方向に調節する、加熱素子オフセット機構を搭載した例を示したが、記録素子の位置をオフトラック方向に調節する技術でも同等の効果をを得ることができる。要は、加熱素子と記録素子のスライダ幅方向の相対的な位置関係を変化させる機構を設ければ良い。この構成によって、加熱素子と記録素子がヨー角の存在に係わらず、同一トラック上を通るようにすることが出来る。

【0017】

図8は、本発明の第2の形態に関わるヘッドの構成例を示すものである。図8(a)にヘッド80の断面を横から観察した図を、図8(b)にヘッド80をディスク12側から観察した図を示す。ディスク12の走行方向に対してヘッド80が傾いた際にも、本実施例の記録素子オフセット機構83は、記録素子85を図に矢印で示したスライダ幅方向にオフセットさせることができるため、加熱素子82と記録素子85の走行中心線を正確に一致させることが可能である。本実施例でも図1と同様の効果によって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容

量を飛躍的に高めることができる。なお、この実施例では再生素子84も記録素子85と一体でオフセットさせる構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子85のみオフセットさせる構成でもよい。

【0018】

図2に本発明の磁気ディスク装置の機能構成例をブロック図で示す。従来のロータリ型アクチュエータを制御する第1のサーボ回路16と駆動アンプ17に加えて、加熱素子オフセット機構5もしくは記録素子オフセット機構83を制御するための第2のサーボ回路23と駆動アンプ25、22と参照テーブル72を備えている。第2のサーボ回路23は、HDC21から受け取った目標トラックの数値（ヨー角の大きさに関係する）と環境温度の値に応じた参照テーブル24の値を読み出し、出力値の演算を行う。第2のサーボ回路23の出力値は、オフセット機構駆動アンプ22を経由してヘッド1上のオフセット機構5又は83に入力され、任意のヨー角において加熱素子4と記録素子3がディスク走行方向に一直線に配置する関係を保つように制御される。このとき同時にHDC21は加熱素子用アンプ25を用いて加熱素子4の駆動も制御する。なお第2のサーボ回路23のシーク速度にあわせてオフセット機構5又は83の動作が完了すればよい。ため、比較的低速の応答となる。このため、後述する学習工程を併用することによりオープンループでの制御も可能である。

【0019】

本発明の加熱素子オフセット機構5を、 piezo素子を用いて実現した例を図9に示す。この図はヘッド91のディスク12に対向する面の断面図であり、ディスク12の走行方向は図の右から左の方向となる。2つの対になったpiezo素子が並列して配置してあり、2つのpiezo素子93、94はオフセット機構駆動アンプ22の電圧出力によって、互いに逆向きの、かつ図中では横向き方向の力を発生する。ヘッド91にはこの力を図の上下方向に変換して移動距離を拡大するための、弾性体で構成されたちょうつがいの機能が設けられている。これによって、加熱素子92がスライダの幅方向に移動する。本実施例では、小型かつ軽量で剛性の高いオフセット機構を実現することができ、外部からの衝撃力によっても位置ずれを起こしにくく、故障に対する信頼性も高い特長をあわせもっている。

。またピエゾ素子は低消費電力で発熱が少ない素子であることから、自己発熱によるドリフトの影響が少なく、さらにピエゾ素子の入力値とオフセット位置の直線性が高いため、正確に加熱用素子を目的のオフセット位置に移動させることができる。ここでは、2つの対になったピエゾ素子を用いる例を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、図中のどちらか一つのピエゾ素子のみ用いても、多少の直線性が劣化するものの、同様の効果を得ることができる。さらにまた、ここでは加熱素子92をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子96をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

【0020】

本発明の加熱素子オフセット機構5を、静電容量アクチュエータ102を用いて実現した例を図10に示す。図10(a)はヘッド101を側面から見た断面図であり、ディスク12の走行方向は紙面に垂直の奥行き方向となる。図10(b)はヘッド101のディスク12に対向する面の断面図であり、ディスク12の走行方向は図の上から下の方向となる。ディスク12と平行に、静電容量アクチュエータが配置してあり、容量電極104にオフセット機構駆動アンプの電圧出力を印加することで、図の左右方向の力を発生して加熱用素子103を自由にオフセットさせることができる。静電容量アクチュエータはウェハプロセスで作成することができるため、小型かつ軽量で特にプレーナー型ヘッドとのプロセスとの相性が良いオフセット機構を実現することができる。また静電容量アクチュエータは低消費電力で発熱が少ない素子であることから、自己発熱によるドリフトの影響が少なく、正確に加熱素子103と記録素子105との位置あわせを行うことによって、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子103をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子105をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

【0021】

本発明の加熱素子オフセット機構5を、ボイスコイルモータを用いて実現した

例を図 11 に示す。この図はヘッド 1101 を側面から見た断面図であり、ディスク 12 の走行方向は紙面に垂直の奥行き方向となる。ディスク 12 と平行に、マグネットが配置してあり、ボイスコイルモータ 1102 にオフセット機構駆動アンプ 22 の電流出力を印加することで、図の左右方向の力を発生して加熱素子を自由に大きな範囲でオフセットさせることができる。ボイスコイルモータ 1102 とマグネット 1103 の作製は記録素子のウェハプロセスに類似しており、小型かつ軽量で特にプレーナ型ヘッドとのプロセスと相性が良いオフセット機構を実現することができる。また、ボイスコイルモータは電流入力のため低い電圧でも広い可動範囲を得ることが可能であり、加熱素子 1104 と記録素子との距離を広げるなど素子の配置にかかる設計が容易になる。様々な加熱手段と組み合わせ使用することができるため、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子 1104 をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

【0022】

本発明の加熱素子オフセット機構を、発熱体と熱変形素子を用いて実現する例を説明する。図示していないが、熱により直線に近い変形をする部分を持つ熱変形素子を用いる。この構成では、これまでに説明した実施例と比較してオフセット機構の応答速度が大幅に低下する欠点があるものの、構成が非常に単純であることから特にウェアプロセスとの相性が良く、本発明の技術を安価に実現することができる。加熱素子と記録素子の配置を近づけることで、オフセット機構の可動範囲を狭い範囲にすれば、その応答速度をモバイル型の磁気ディスク装置で十分に使用可能な値へと向上することができる。本実施例においては、より容易にオフセット機構を実現可能であり、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。ここでは加熱素子をオフセットする構成を示したが、本発明はこの構成に限定されるものではなく、記録素子をオフセットさせる構成でも同等の効果を得ることができる。

【0023】

本発明の加熱素子オフセット機構 5 を、光源とミラーと対物レンズを用いて実

現した例を図12に示す。この図はヘッド1202を側面から見た断面図であり、ディスク12の走行方向は図の右から左方向となる。オフセット方向は紙面と垂直な奥行き方向である。ディスク12と対向する面に対物レンズ1206が、対向面とは逆の背面に加熱用光源1204とミラー1205が搭載されている。このとき加熱用光源1204とミラー1205はオフセット機構1203に取り付けられており、加熱用光源1204とミラー1205の位置をおおむね平行の位置関係を保ちながらトラック幅方向にオフセットさせることができる。この構成により、ミラー1205で反射され対物レンズ1206に至る光軸をおおむね平行に移動させることにより、光軸の傾きを防止し、ディスク上の微小な領域を加熱することができる。また、加熱用光源が再生素子や記録素子から離れた配置となるため、加熱用光源の発熱によって再生素子や記録素子の性能劣化を防止することができる。本実施例では、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高め、かつ高い信頼性の磁気ディスクを提供することができる。またディスク上のより微小な領域を加熱するために、対物レンズにもオフセット機構を搭載することができる。この構成により、ミラーで反射され磁気ディスクに至る光軸をおおむね平行に移動させることにより、光軸の傾きや斜め入射によるフォーカスずれを防止できるため、対物レンズに固体イメージングレンズを適用することが可能となり、ディスク上のより微小な領域を加熱することができる。本実施例では、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量をさらに飛躍的に高めることができる。

【0024】

上記実施例の変形として以下の構成がある。加熱用光源を図12のミラーのスライド幅方向の手前にオフセット機構とは接続しないで固定する。一方、ミラーは図12の配置から90度回転させてオフセット機構によってスライドの幅方向に移動するよう設置する。レンズは上記実施例と同様にミラーの下に位置するようオフセット機構に取り付けられている。このようにすればオフセット機構で移動させるのはミラーとレンズだけで加熱用光源は含まれないので、オフセット機構で動かさなければならないものの質量が減るので応答性が向上する。

【0025】

本発明のヘッドに搭載された各素子やオフセット機構を電氣的に接続する方法について図13を用いて説明を行う。ヘッド1304の側面には記録用素子、再生用素子、加熱用素子およびオフセット機構用の端子電極が設けられている。なお加熱用素子およびオフセット機構用の端子電極は、加熱手段とオフセット機構の構成によってはディスク対向面とは逆側のヘッド背面に設けられる場合もある。この端子電極はそれぞれサスペンション上の配線にボンディングされ、アームから接続端子まで絶縁材料でラミネートされて延長される。加熱用素子から配線された接続端子には、加熱素子用アンプ1309の出力に接続され加熱用のエネルギーが供給される。またオフセット機構から配線された接続端子には、オフセット機構ドライブ用アンプ1310の出力に接続され、オフセット駆動用のエネルギーが供給される。再生用素子は再生素子用アンプ1308の入力に、記録用素子は記録素子用アンプ1307の出力に接続されて、それぞれ読み出し動作と書き込み動作を担う。以上に述べたように本発明のヘッドのサスペンション上には、4組合計8本の電気配線(1311, 1312, 1313, 1314)を行うだけでよく、光ファイバーや比較的大きなミラーを用いてエネルギーを伝播させる技術と比較して小型で軽量な高速転送型の磁気ディスク装置に適するヘッドを提供することができる。また、オフセット機構を電氣的に制御することができるため、正確に加熱用素子と記録素子との位置あわせを行うことにより、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。なお、先に説明を行った2対のピエゾ素子を用いたオフセット機構や、静電容量アクチュエータでは、直線精度を向上するために3つもしくは4つの電極を用いる場合がある。この場合には、合計の電気配線は9本もしくは10本となる。

【0026】

本発明の第2のサーボ回路が出力値を演算する工程について、図14を用いて説明を行う。図14(a)にはディスク12の各ゾーン番号と、トラック番号およびヨー角の対応を示す。このゾーン番号とヨー角の関係は、図14(b)に示す様に隣接するゾーンの範囲内では、ほぼ直線の関係となる。このため、あらかじめゾーン毎に参照データを記憶しておいて、ゾーンの範囲内で直線近似を行うことにより任意のトラック番号に対する出力値を精度良く最小限の計算量で決定

することができる。図14(c)にあらかじめゾーン毎と一定の温度間隔で測定した出力値の参照テーブルの一例を示す。筐体内温度+60℃とトラック番号20000の条件をHDCより受け取り、第2のサーボ回路がこの参照テーブルを用いて出力値を決定する方法について説明を行う。まずStep1で筐体内温度+60℃に相当するデータを算出する。例えばトラック番号0に相当する、+45℃の-1.54と+65℃の-0.97を直線近似して、+60℃に相当する-1.12を算出する。同様にトラック番号2346は-0.90、トラック番号4692は-0.67と順次計算を行って+60℃に相当する1列のテーブルを作成する。次にStep2では、Step1で作成したテーブルのトラック番号18768の+0.79とトラック番号21114の+1.08を直線近似して、トラック番号20000に相当する+1.01の出力値を決定する。Step3でこの出力値+1.01をオフセット機構ドライブ用アンプに出力して、ヘッド上に搭載されたオフセット機構を動作させる。次にサーボ回路がシーク動作を行って目標トラック番号が変化した際にはStep2の演算から行い、筐体内の温度が変化した場合のみStep1の演算を行うことにより、演算量を低減することができる。本実施例によれば、筐体内の温度変化を補正して、正確に加熱用素子と記録素子との位置あわせを行うことにより、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。

【0027】

本発明の第2のサーボ回路が参照テーブルを作成する工程について、図15のフローチャートを用いて説明を行う。これはディスク装置の製造工程の中で行われる。ここで用いた磁気ディスク装置は、オフセット機構を搭載した記録用素子と固定の加熱用素子を備えたヘッドを有している。まず、ヘッドをディスクの最外周位置である、ゾーン番号13へシークさせる(1501)。次に、オフセット機構を駆動して、記録用素子を最大のオフセット位置に移動させる(1502)。この状態にて記録動作を行い(1503)、回転待ち(1504)の後に再生動作を行いエラーレートを検出する(1505)。次に、記録用素子のオフセット位置を微小距離だけ負の方向に移動させて(1507)、ステップ1503の記録動作から、最小のオフセット位置(最大の負オフセット位置)になるまで

繰り返す(1506)。記録用素子と加熱用素子の位置がトラック幅方向にずれていた場合には、ディスクの保磁力が下がらないために記録用素子の発生磁界が不足して記録動作が不完全となり、十分な再生エラーレートを得ることができない。再生エラーレートが最良となる位置をエラーレートの変化の勾配から内挿して算出し、記録用素子と加熱用素子とがちょうど一致する出力値の条件を探索する(1508)。この位置を最良オフセット位置として参照テーブルに書き込む(1509)。次に、ヘッドの半径位置を隣接する内周側のゾーン番号へシークさせて、ステップ1502からヘッドが最内周ゾーンに到達するまで繰り返して終了する(1510)。本実施例によれば、装置組み立て工程の取り付け誤差や、ウェハプロセスの公差の影響を排除して、正確に加熱用素子と記録素子との位置あわせを行うことが可能となり、熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に高めることができる。なお本実施例では、オフセット位置と半径位置で参照テーブルを学習して作成する例を示したが、再生エラーレートが最良となる条件は多岐に渡るため本発明はここに示した工程に限定されるものではない。例えば、筐体温度や加熱用素子の入力エネルギーなどの項目毎にテーブルを作成することにより、さらにエラーレートを向上させて熱アシスト型の磁気ディスク装置の記憶容量を高めることができる。また、ここでは記録用素子をオフセットさせて学習するオフトラックする構成を示したが、加熱用素子をオフセットさせて学習する工程でも同等の効果を得ることができる。

【0028】

以下上記の各実施例における構成とその効果について述べる。

本発明の一実施例によれば、磁気記録膜の磁気情報によってデータを保持する磁気ディスクと、磁気ディスクを局所的に加熱する加熱素子と、加熱素子が加熱する領域に電気信号によって変調された磁界を印加する記録素子と、前記磁気ディスクの磁気情報を電気信号に変換する再生素子とを搭載した磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気ディスクの半径方向に移動させるロータリ型アクチュエータと、前記サーボ領域からヘッドの磁気ディスク半径方向の位置を検出してロータリ型アクチュエータを駆動する第1のサーボ回路と、加熱素子が加熱する領域の位置をスライダの幅方向に移動させる加熱領域オフセット機構と、加熱領域オフセッ

ト機構を駆動する第2のサーボ回路とを備える磁気ディスク装置を提供する。このとき、前記第2のサーボ回路は前記磁気ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて前記加熱領域オフセット機構を駆動して、前記加熱素子が過熱する領域の位置と前記記録素子との位置を、これらが同一のトラックを通るように配置した。上記構成により、ヘッドをディスクの半径方向に移動させてヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱素子と記録素子の2つの素子を正確に位置付けることができる。これにより加熱素子で微小なディスクの領域を加熱し、さらに記録素子の形状で決定される微小な記録パターンをディスクに形成することができるため、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に向上することが可能となる。

【0029】

本発明の他の実施例によれば、上記の構成とは記録素子の位置をスライダの幅方向に移動させる記録素子オフセット機構と、該記録素子オフセット機構を駆動する第2のサーボ回路とを備えることが異なる磁気ディスク装置を提供する。このとき、前記第2のサーボ回路は前記磁気ヘッドと前記ディスクの走行方向との相対角度に応じて前記記録素子オフセット機構を駆動して、前記加熱素子が加熱する領域の位置と前記記録素子との位置を、同一のトラックを通るように設定する。上記構成により、ヘッドをディスクの半径方向に移動させてヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱素子と記録素子の2つの素子を正確に位置付けることができる。これにより加熱素子で微小なディスクの領域を加熱し、さらに記録素子の形状で決定される微小な記録パターンをディスクに形成することができるため、磁気ディスク装置の記憶容量を飛躍的に向上することが可能となる。

【0030】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、piezo素子と該piezo素子によって変形される弾性部とで構成する。この構成において、第2のサーボ回路がpiezo素子を駆動して、加熱領域もしくは記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱領域オフセット機構もしくは記録

素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

【0031】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、ボイスコイルモータによって構成する。この構成において、加熱素子または記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱素子オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

【0032】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を、静電容量アクチュエータと該静電容量アクチュエータによって構成する。この構成において、加熱領域もしくは記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に前記加熱領域オフセット機構もしくは前記記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

【0033】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは前記記録素子オフセット機構を、熱変形素子と該熱変形素子によって変形される弾性部とで構成する。この構成において、記録素子をスライダ幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、ヘッドのスライダ上に加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構を集積することができるため、別個に設けた構成と比較してヘッドを小型化し軽量化することにより、磁気ディスク装置の大容量化と高速化が可能となる。

【0034】

本発明の更に他の実施例によれば、前記加熱領域オフセット機構は前記スライ

ダ上の加熱光源と駆動素子によって移動可能なミラーとから構成する。このとき、前記第2のサーボ回路がミラー位置を移動して、前記磁気ディスク上の加熱領域の位置をトラック幅方向に移動させる磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、加熱光源が再生素子や記録素子から離れた配置が可能となるため、加熱光源の発熱によって再生素子や記録素子の性能劣化を防止することにより、磁気ディスク装置の信頼性の向上が可能となる。

【0035】

本発明の更に他の実施例によれば、第2のサーボ回路から加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構との間を、少なくとも2本の駆動線で配線した磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、第2のサーボ回路が加熱領域もしくは記録素子の移動量を電氣的に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

【0036】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値と加熱領域もしくは記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記第2のサーボ回路は前記変換テーブルを参照して前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置に応じて出力値を決定する磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、第2のサーボ回路がヘッドのヨー角もしくはヘッドの半径位置に応じて加熱領域もしくは記録素子の移動量を正確に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

【0037】

本発明の更に他の実施例によれば、加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値と加熱領域もしくは記録素子のスライダ幅方向への移動距離との変換テーブルを備えており、前記磁気ヘッドの前記磁気ディスクにおける半径方向の位置を変化させながら書き込みと読み出し処理を行い、また各半径位置において加熱領域オフセット機構もしくは記録素子オフセット機構への出力値を変化させながら書き込みと読み出し処理を行って、変換テーブルの変換デ

ータを学習する磁気ディスク装置を提供する。上記構成により、装置組み立てやヘッドプロセスの公差、また温度の影響を補正して、加熱領域もしくは記録素子の移動量を正確に制御することができるため、微小な記録パターンを磁気ディスク上に形成して磁気ディスク装置の記憶容量の向上が可能となる。

【0038】

【発明の効果】

本発明によると、熱アシスト型の磁気ディスク装置において、ロータリ型アクチュエータを用いたヘッドを半径方向に移動させたときに生じるヨー角が変化した際にも、書き込みを行う目的のトラック上に加熱領域と記録素子とを位置付けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における磁気ディスク装置の磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図2】 本発明の一実施例における磁気ディスク装置の機能構成を説明するブロック図。

【図3】 従来の磁気ディスク装置のエンクロージャ内部を説明する平面図。

【図4】 従来の磁気ディスク装置の構成を説明する断面図。

【図5】 従来の磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図6】 従来の磁気ディスク装置の機能構成を説明するブロック図。

【図7】 従来の磁気ヘッドのヨー角に伴う各素子の位置関係の変化を説明する図。

【図8】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図9】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図10】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図11】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図12】 本発明の一実施例における磁気ヘッドの構成を説明する図。

【図13】 本発明の一実施例における磁気ヘッドとサーボ回路との接続を説明する図。

【図14】 本発明の一実施例におけるサーボ回路が変換テーブルを用いて出

力値を決定する方法を説明する図。

【図 1 5】 本発明の一実施例におけるサーボ回路が変換テーブルを学習する方法を説明する図。

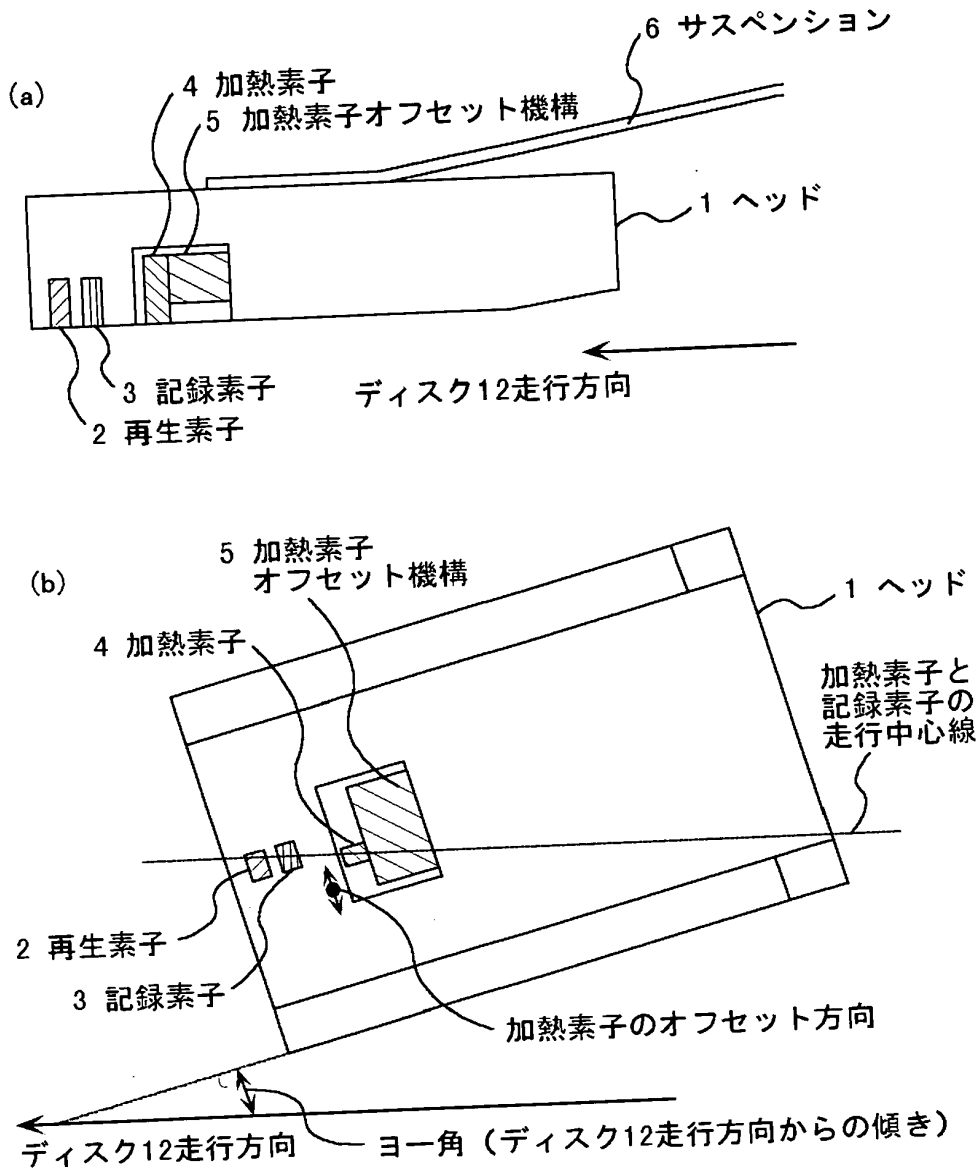
【符号の説明】

- 1 ヘッド
- 2 再生素子
- 3 記録素子
- 4 加熱素子
- 5 加熱素子オフセット機構

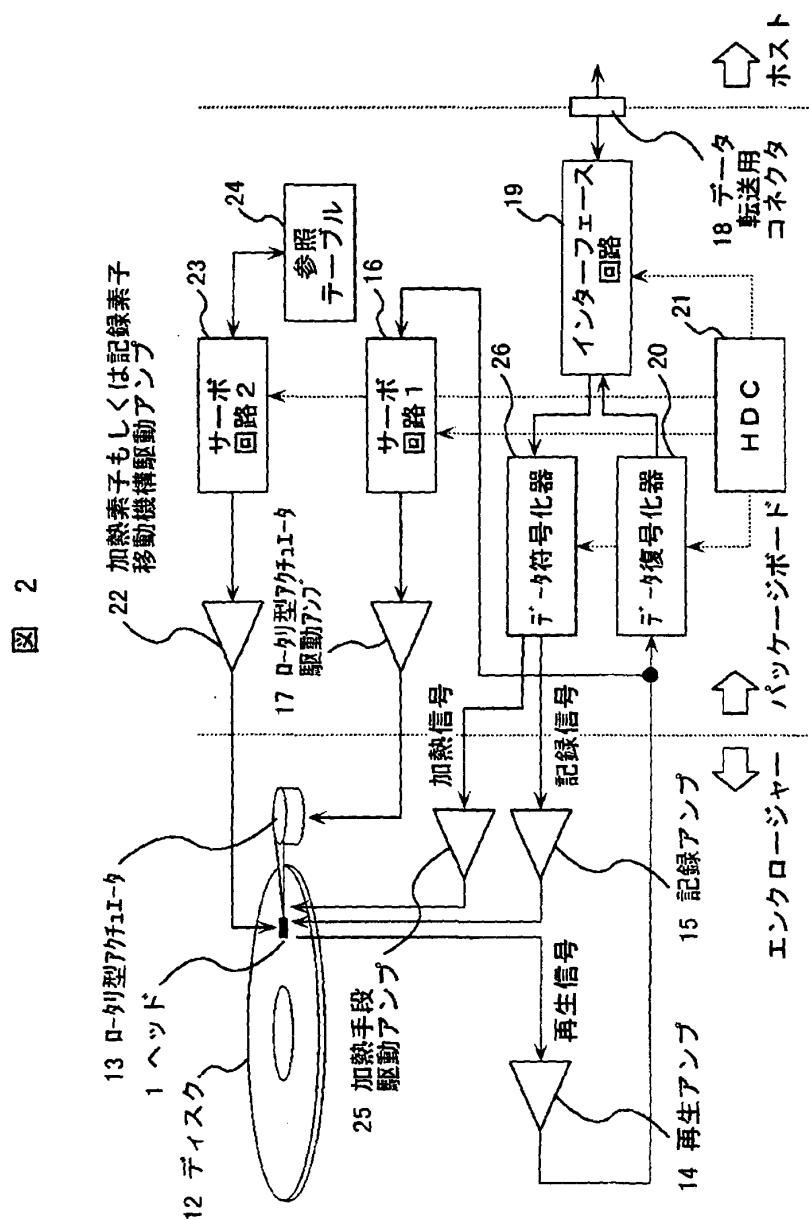
【書類名】 図面

【図 1】

図 1

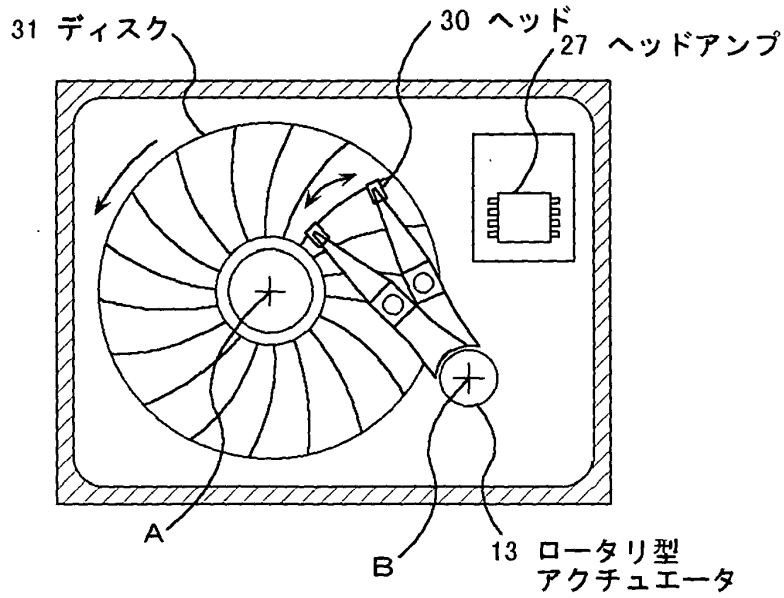


【圖 2】



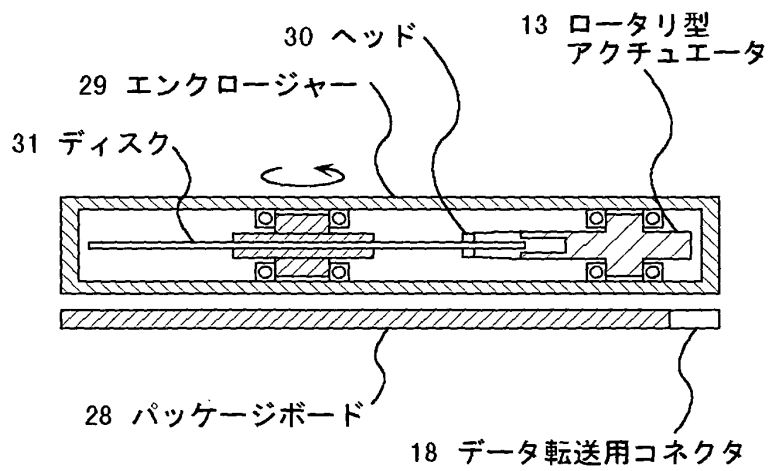
【図 3】

図 3



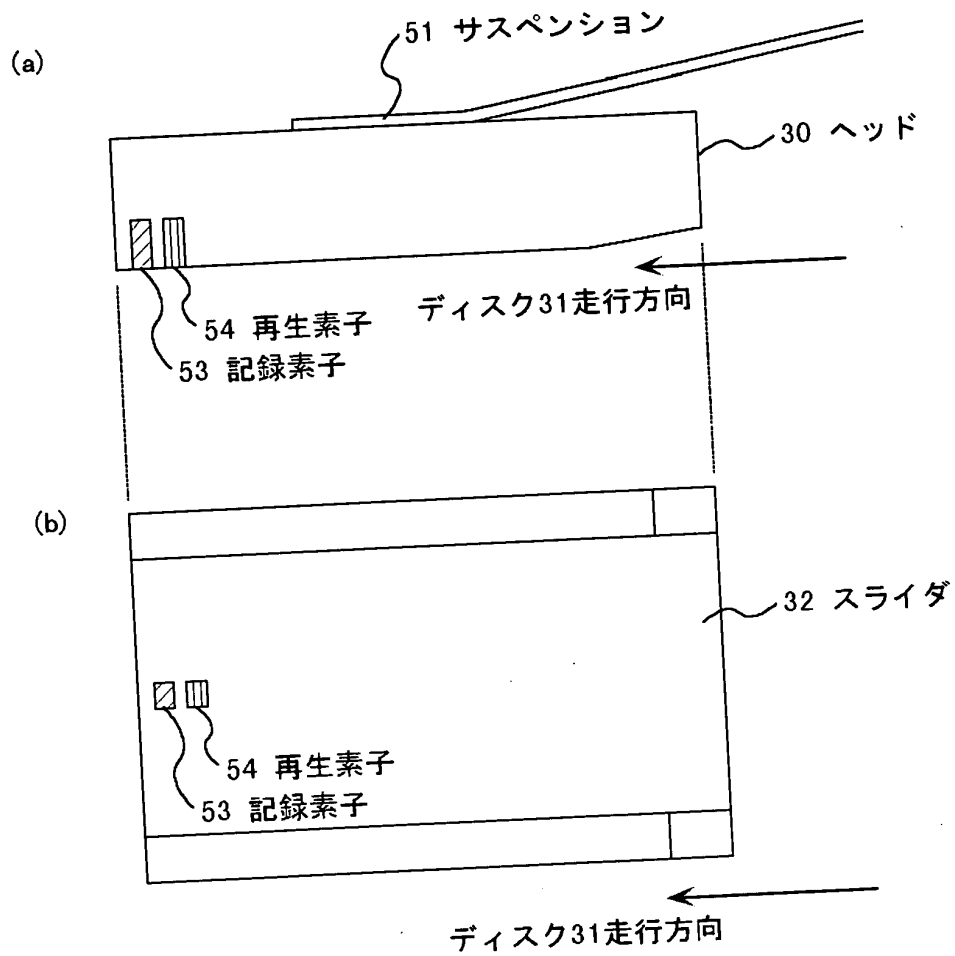
【図 4】

図 4



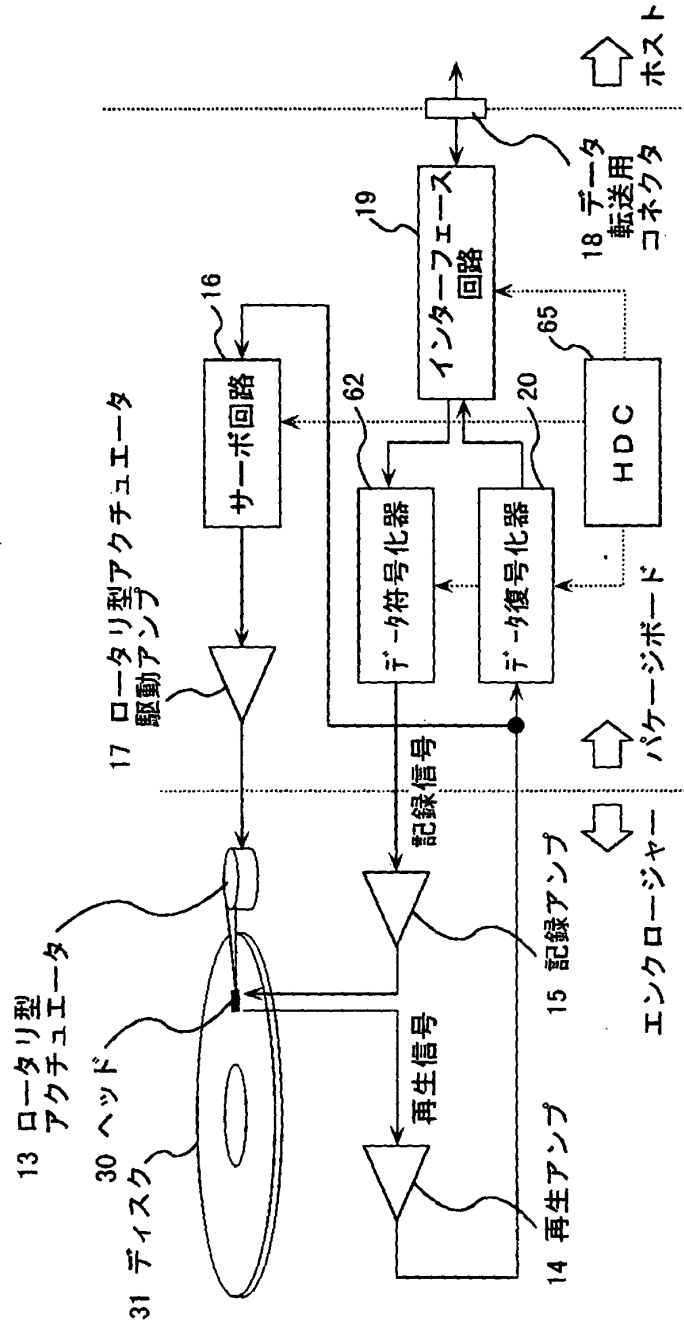
【図 5】

図 5



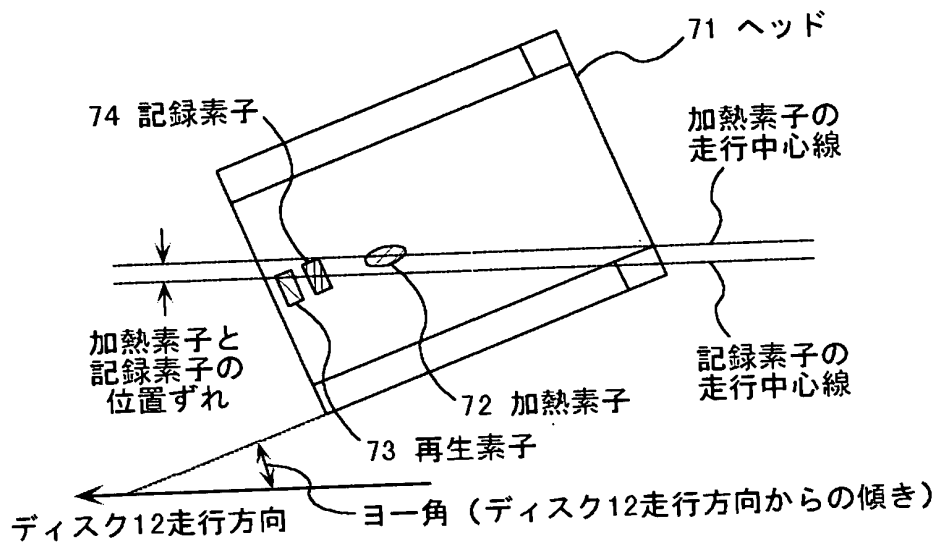
【図6】

図 6



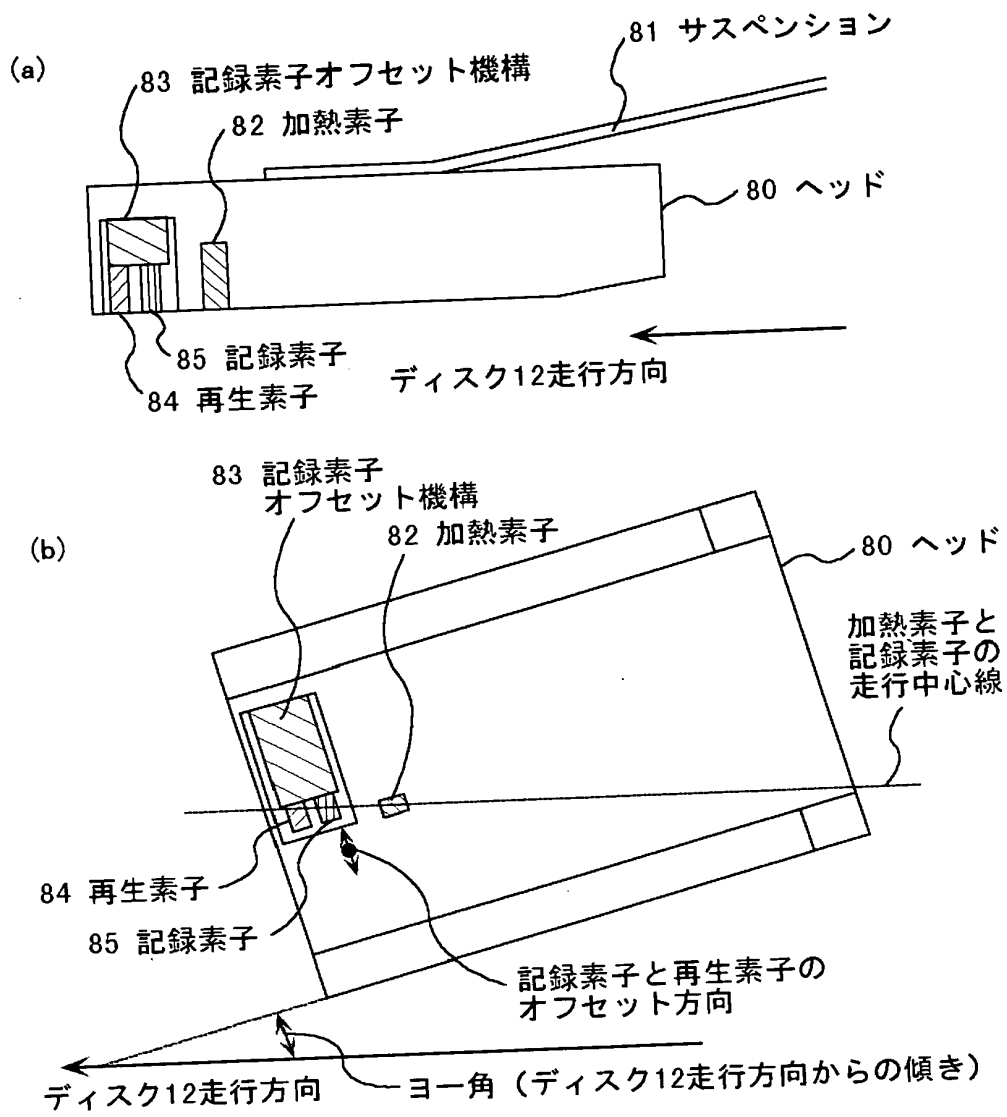
【図 7】

図 7



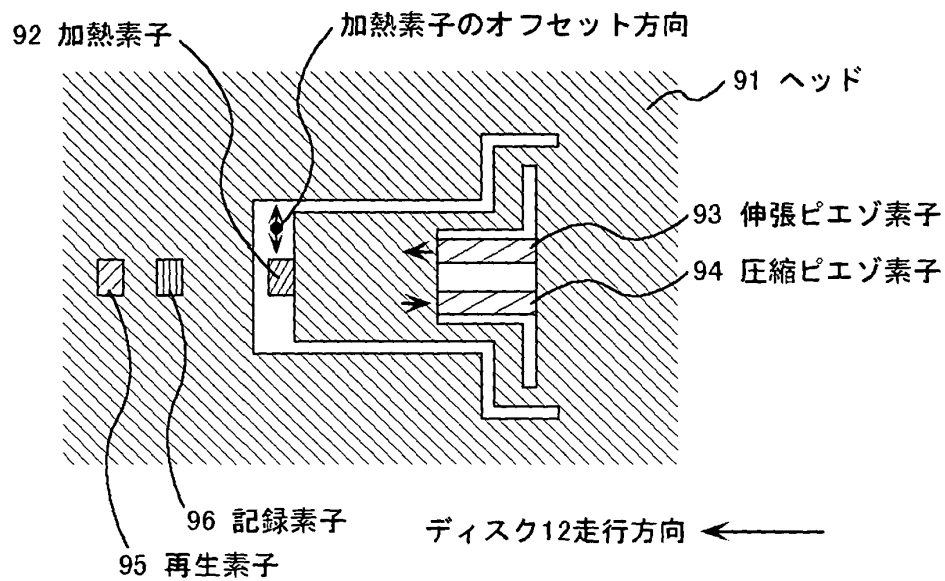
【図 8】

図 8



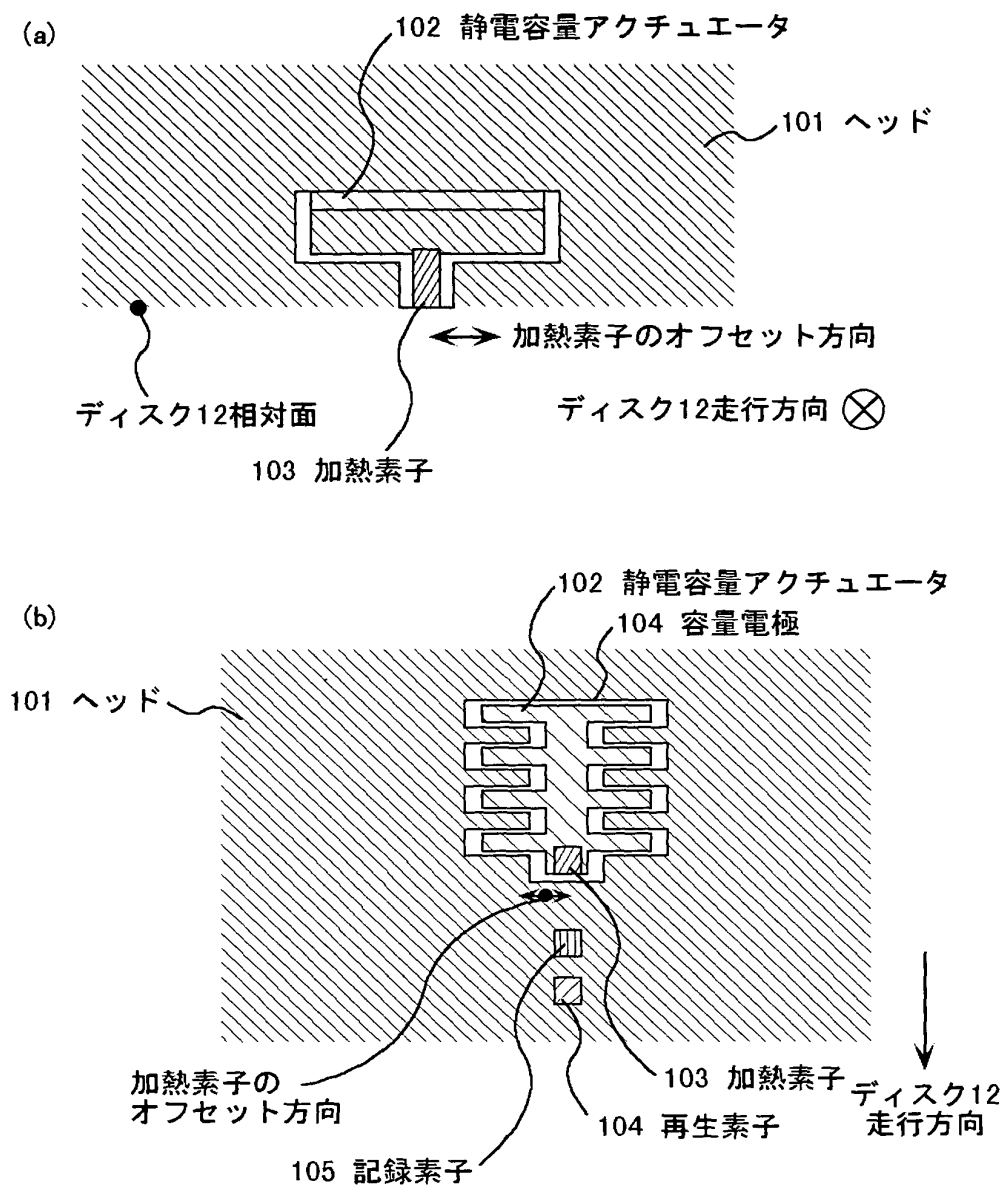
【図 9】

図 9



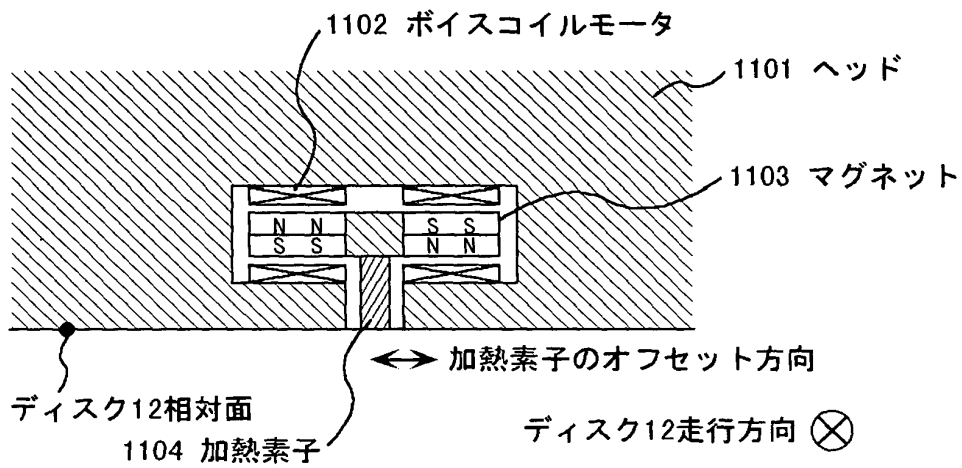
【図 10】

図 10



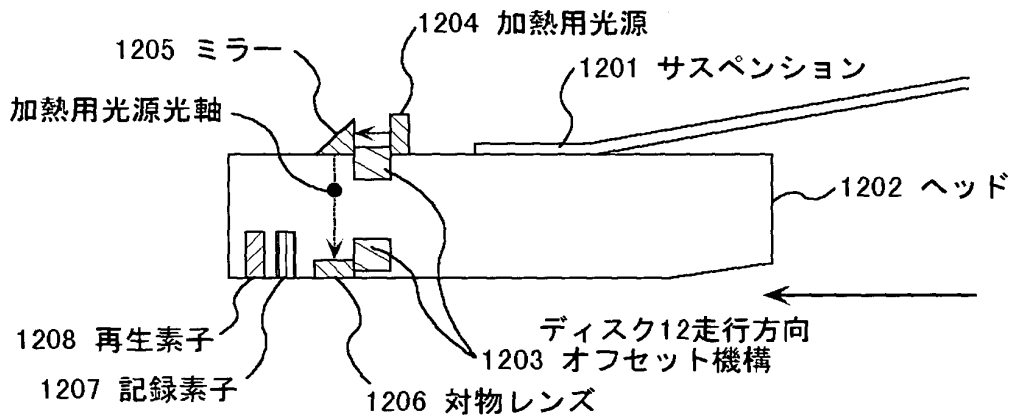
【図 11】

図 11

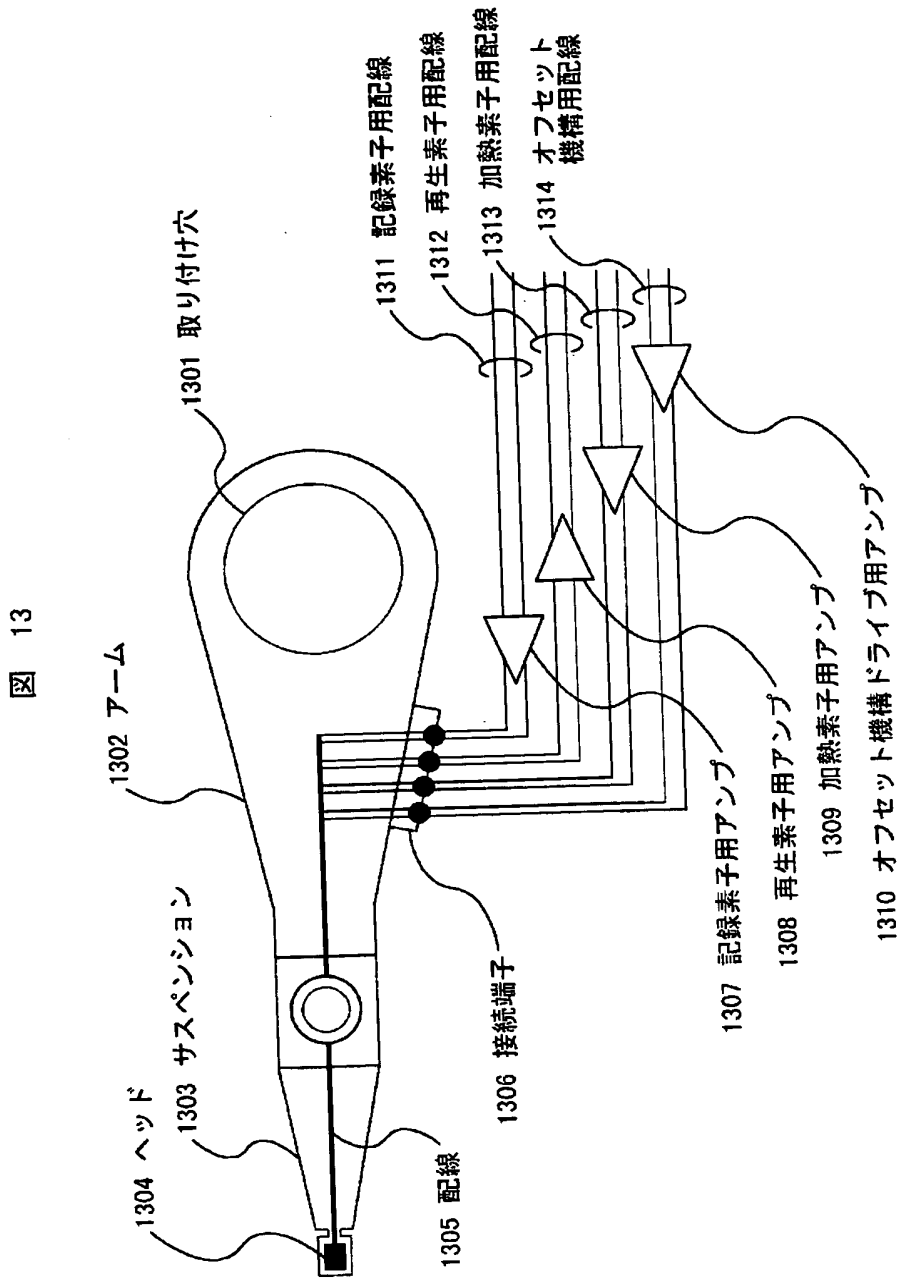


【図 12】

図 12

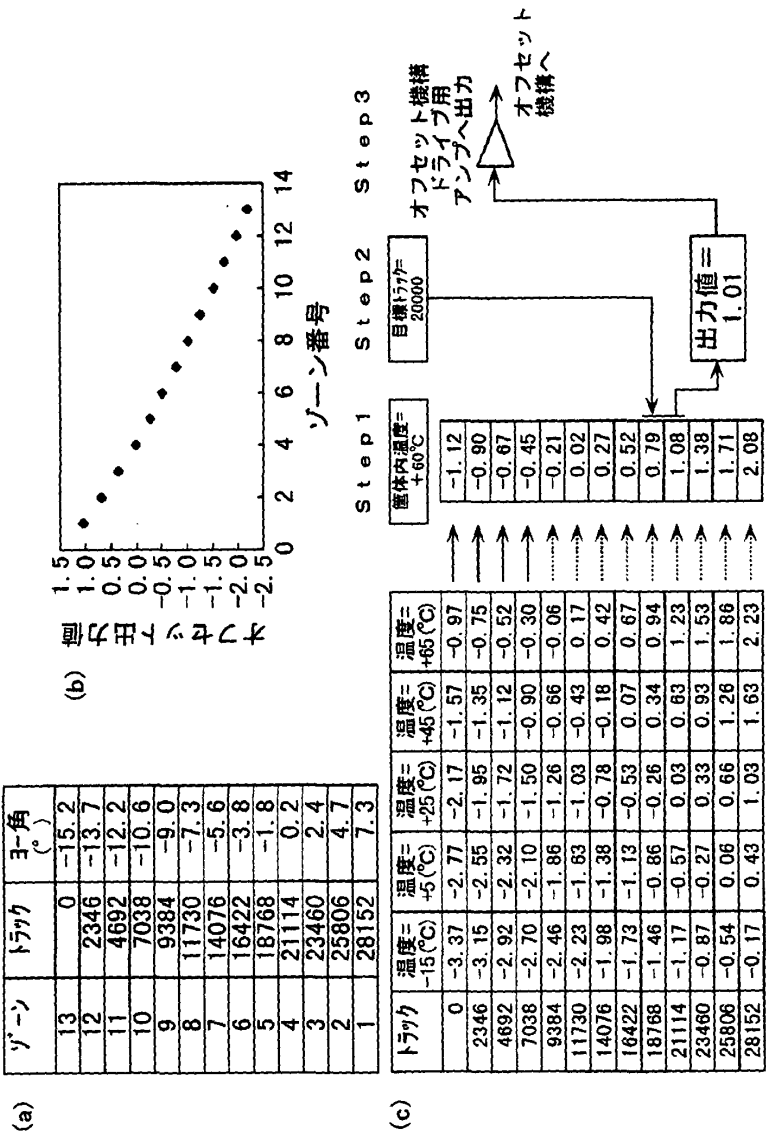


【図 13】



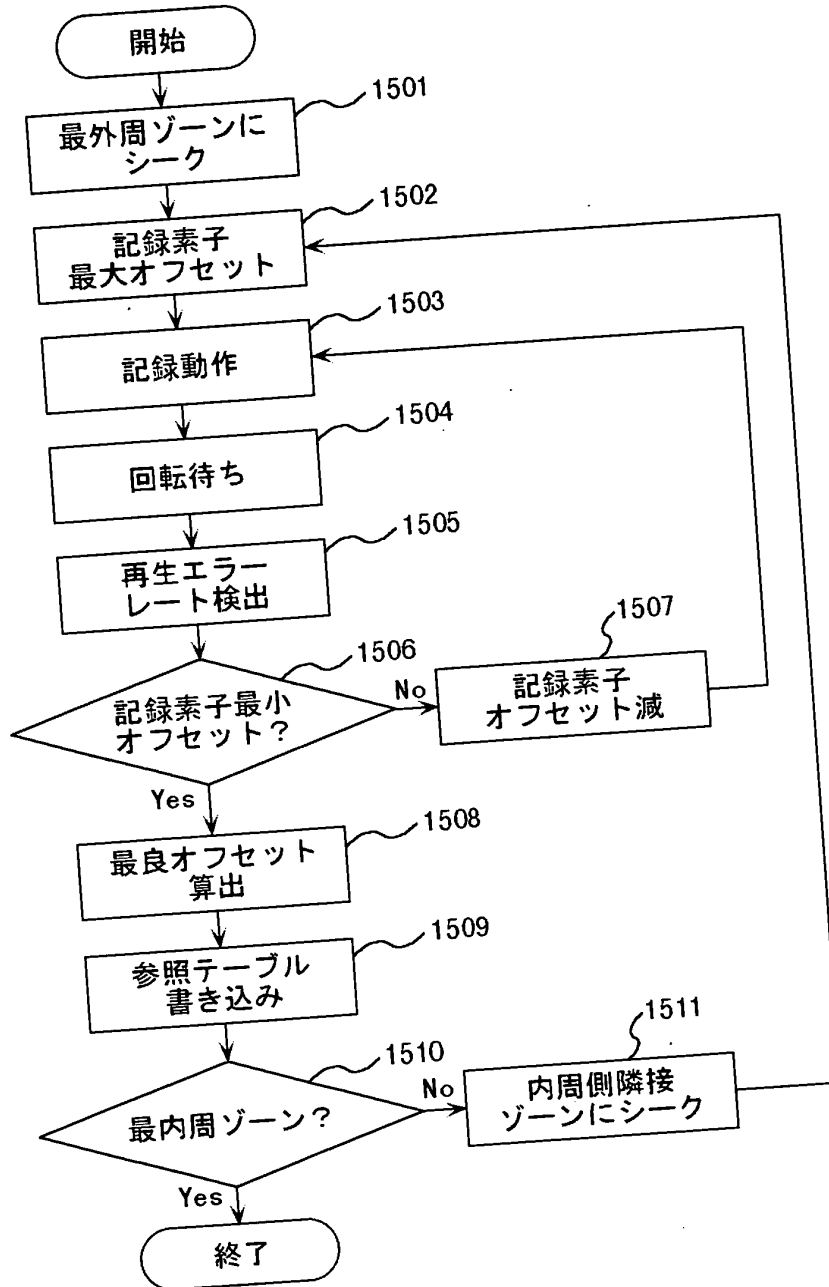
【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



特願 2002-232898

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加熱素子と記録素子とを搭載したヘッドを備え、加熱素子を用いてディスクを昇温することにより局所的に保磁力を下げて記録素子で記録を行う熱アシスト型の磁気ディスク装置において、ロータリ型アクチュエータを用いてヘッドを半径方向に移動させるシーク動作に伴い、ヨー角が変化して加熱領域と記録素子がトラックずれを生じる課題があった。

【解決手段】 加熱領域か記録素子のいずれかをスライダの幅方向に移動させるオフセット機構を設け、ヘッドのヨー角に応じて、加熱素子と記録素子がトラック走行方向に配列するようにした。

【選択図】 図1

特願2002-232898

出願人履歴情報

識別番号

[000005108]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月31日

新規登録

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
株式会社日立製作所